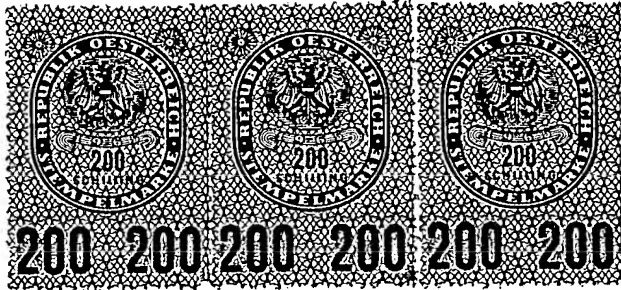




ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT

A-1014 WIEN, KOHLMARKT 8 - 10

Aktenzeichen A 718/99



Das Österreichische Patentamt bestätigt, dass

**die Firma Voest-Alpine Industrieanlagenbau GmbH
in A-4020 Linz, Turmstraße 44
(Oberösterreich),**

am **22. April 1999** eine Patentanmeldung betreffend

**"Verfahren und Einrichtung zum Einschmelzen von metallhaltigem
Material",**

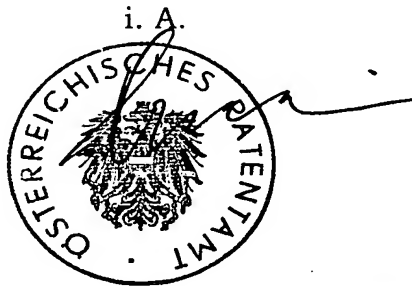
überreicht hat und dass die beigeheftete Beschreibung samt Zeichnungen
mit der ursprünglichen, zugleich mit dieser Patentanmeldung überreichten
Beschreibung samt Zeichnungen übereinstimmt.



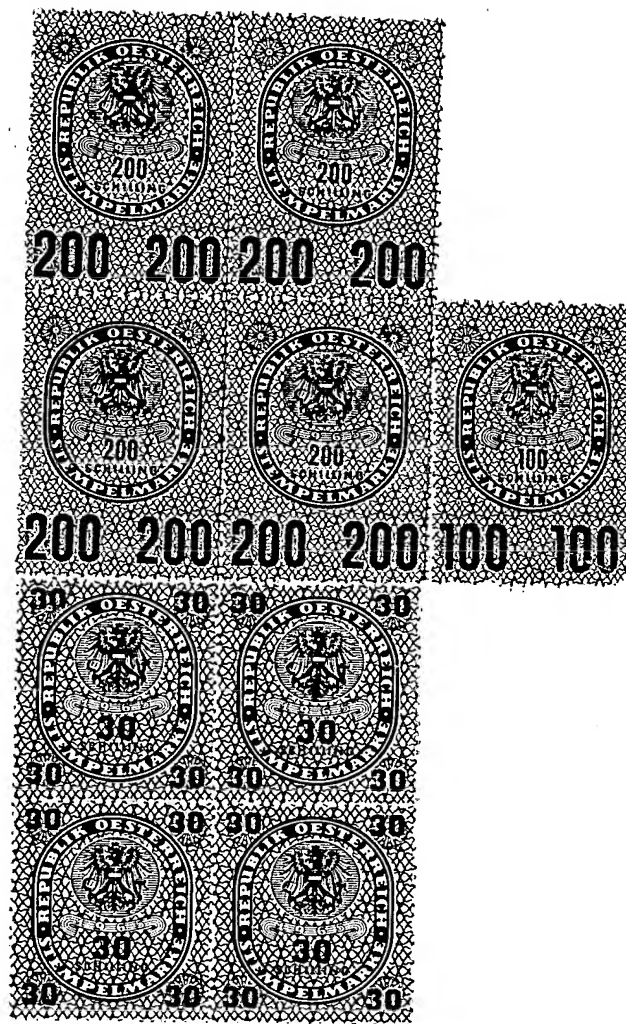
5
C-7
5/102

Österreichisches Patentamt
Wien, am 28. September 2001

Der Präsident:



HRNCIR
Fachoberinspektor



ÖSTERREICHISCHES PATENTAMT
Verwaltungsstellen-Direktion

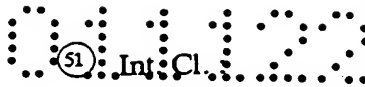
.....600,- S ...43,60... €

Kanzleigegebühr bezahlt.

Balaban

A 718/99-1

Patentanwalt Dipl.-Ing. Helmut Kopecky
Patentanwalt Dr. Albin Schwarz
Wipplingerstraße 32/22, A-1010 Wien



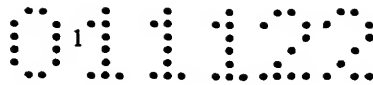
Urtext

VA 3912

AT PATENTSCHRIFT

⑪Nr.

- ⑦③ Patentinhaber: Voest-Alpine Industrieanlagenbau GmbH
A-4020 Linz, OÖ (AT)
- ⑤④ Gegenstand: Verfahren und Einrichtung zum Einschmelzen
von metallhaltigem Material
- ⑥① Zusatz zu Patent Nr.
- ⑥⑦ Umwandlung aus GM
- ⑥② Ausscheidung aus:
- ②② ②① Angemeldet am: 22. April 1999
- ③③ ③② ③① Unionspriorität:
- ④② Beginn der Patentdauer:
Längste mögliche Dauer:
- ④⑤ Ausgegeben am:
- ⑦② Erfinder:
- ⑥① Abhängigkeit:
- ⑤⑥ Entgegenhaltungen, die für die Beurteilung der Patentierbarkeit in Betracht gezogen wurden:



Verfahren und Einrichtung zum Einschmelzen von metallhaltigem Material

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Einrichtung zum Einschmelzen von metallhaltigem Material, vorzugsweise feinteilchenförmigem metallhaltigem Material, wie Eisenschwamm, in einem metallurgischen Schmelzofen, wobei in einem Innenraum des Schmelzofens eine Metallschmelze und eine auf der Metallschmelze schwimmende Schlackenschicht aufrechterhalten werden und Energie zugeführt wird.

Ein großes ungelöstes Problem stellt die Verarbeitung von großen Mengen feinteilchenförmigen metallhaltigen Materials, zum Beispiel einer Million Jahrestonnen, dar. Das Einbringen, zumeist Einblasen, von feinteilchenförmigem Material in metallurgische Schmelzöfen, beispielsweise Elektroöfen, beschränkt sich bis heute nur auf die Verarbeitung von relativ kleinen Mengen, wobei das feinteilchenförmige Material als Abrieb oder Abfall anfällt. Feinteilchenförmiges metallhaltiges Material wird zur Zeit nur als Zusatz zu anderem metallhaltigem Material, das stückig bzw. in Pellet- oder Brikettform in einen Schmelzofen chargiert wird, vorgesehen.

Die anlagenmäßige Zuverlässigkeit der für das Chargieren der Feinteilchen verwendeten Einblasanlagen ist gering, und die Betriebs- und Wartungskosten sind relativ hoch. Es ist nicht möglich, die Feinteilchen etwa über eine einfache Schurre dem Schmelzofen zuzuführen, da die Feinteilchen durch die aufgrund des Unterdrucks im Schmelzofen herrschenden Gasströmungsverhältnisse sofort wieder durch die bei jedem Schmelzofen vorgesehene Absaugung aus dem Ofenraum abgezogen würden. Um dieses Problem zu umgehen, wurden die Feinerze bisher entweder vor der Reduktion in Pelletisieranlagen zu Erzpellets oder das reduzierte feinteilchenförmige Material in Heißbrikettieranlagen zu Briketts verarbeitet und so für die konventionellen Chargiereinrichtungen von Schmelzöfen einsetzbar gemacht. Diese Anlagen bedeuten jedoch einen sehr hohen Investitionsaufwand.

Schmelzofenstäube, wie sie zum Beispiel bei der Stahlerzeugung anfallen, müssen, sofern sie überhaupt recycelbar sind und nicht deponiert werden müssen, ebenfalls kostenintensiv vor einem Wiedereinsatz in ein Reduktionsaggregat pelletisiert werden. Eine direkte Verwendung der Stäube zur Wiederverwertung bei der Stahlherstellung ist nicht möglich.

Alle Metallschwammprodukte fallen nach ihrer Erzeugung heiß, Eisenschwamm z.B. mit über 600°C, an. Es war schon seit langem Wunsch der Stahlwerker, diese dem Einsatzgut innewohnende Wärme zu nutzen. Dies konnte jedoch aufgrund apparativer Schwierigkeiten (pneumatische Förderung) oder logistischer Probleme (Behälter-Transport) nicht in die Realität umgesetzt werden. Der Energiegewinn durch Einsatz von 100 % ca. 600°C heißem

Eisenschwamm würde zum Beispiel mehr als 100 kWh/t Flüssigstahl betragen, was bislang nicht genutzt werden konnte.

Zur Vermeidung von Reoxidation der direktreduzierten Feinteilchen und zum Einblasen der Feinteilchen in den Schmelzofen sind zudem große Mengen an Inertgasen nötig, deren Kosten diese Verfahren verteuern.

Beim Schmelzen von Metall in einem Elektrolichtbogenofen entstehen große Energieverluste durch die beträchtlichen Energiemengen, die durch das heiße Abgas und in weiterer Folge durch die Wand- und Deckelkühlung des Ofengefäßes und die Kühlung der Heißgasleitung abgeführt werden. Bisher war es nicht möglich, diese großen abgeführten Energiemengen auch nur teilweise wieder zu nutzen. Ein Verfahren, das dies ermöglichen würde, könnte weitere bedeutende Vorteile bezüglich der Wirtschaftlichkeit aufweisen.

Bei einem Verfahren gemäß der eingangs beschriebenen Art, bekannt aus der EP 0 134 852 A1, werden Eisenschwammteilchen mit einem großen Anteil an feinteilchenförmigem Material in einen Schmelzofen eingebracht, wobei die Einbringung des Eisenschwamms über ein bis zwei inertisierte Speicherbehälter mittels Förderschnecken gravitierend in die Schmelze erfolgt.

Nachteilig hierbei ist jedoch, daß es aufgrund der zwischen Eisenschwamm und Bestandteilen der Schlacke beim Schmelzen auftretenden Wechselwirkungen zu Kochreaktionen und Gasbildungen kommt, die im Innenraum des Schmelzofens Gasströmungsverhältnisse verursachen, die einer Einbringung der vor allem feinteilchenförmigen Eisenpartikel mittels Schwerkraft stark entgegenwirken und diese mitreißen, so daß die Ausbringung extrem verschlechtert wird. Weiters ist ein Nachteil darin zu sehen, daß es zu einem starken Verschleiß der unmittelbar in den metallurgischen Schmelzofen (in dessen Hochtemperaturbereich) ragenden mechanischen Fördereinrichtung kommt.

Aus der EP 0 462 713 A1 ist es bekannt, eisenhaltige Teilchen mit Hilfe einer Aufgabeeinrichtung, die als Förderschnecke oder als pneumatisches Fördersystem ausgebildet ist, zu chargieren. Hierbei ragt ein Förderrohr der Aufgabeeinrichtung durch eine Öffnung in der Seitenwand des Schmelzofens schräg in den Ofen in dessen Hochtemperaturbereich, gegebenenfalls teilweise in die Schlacke.

Neben den hier ebenfalls auftretenden, sich auf die Förderung nachteilig auswirkenden Gasströmungsverhältnissen bedarf es eines erhöhten apparativen und betriebstechnischen Aufwands, um auf die beschriebene Weise eine hohe Einbringungsrate des zu chargierenden Materials zu erzielen, wobei auch hier die Beanspruchung der mechanischen Bestandteile der

Aufabeeinrichtung bei der Einbringung von heißem teilchenförmigem Material ein Problem darstellt.

Gemäß der DE 36 21 323 A1 erfolgt die Zuführung des metallhaltigen Materials in den Schmelzofen durch den Kanal einer Hohlelektrode, die gleichzeitig Energie zum Aufschmelzen der Metallteilchen und Schlackenformer und zum Aufrechterhalten eines Metallbades liefert.

Der Hauptnachteil dieses Verfahrens besteht darin, daß der Querschnitt der Elektrode und damit der Durchmesser des Kanals einer Beschränkung unterliegen, die von der für das Schmelzen erforderlichen Stromdichte abhängt. Es ist daher nicht möglich, die Abmessungen der Elektrode beliebig zu vergrößern, um eine höhere Eintragsmenge des metallhaltigen Materials zu erzielen. Diese Art der Zuführung des metallhaltigen Materials läßt daher die Verwendung des Verfahrens bei der Stahlherstellung in heute üblichem Ausmaß nicht zu, da damit nicht die für eine rationelle Stahlherstellung erforderlichen Mengen an reduziertem Eisen geschmolzen werden können.

Sollen große Mengen an feinteilchenförmigem metallhaltigem Material verarbeitet werden, ist man derzeit gezwungen, zwecks Erreichens der für eine rationelle Stahlherstellung erforderlichen Mengen die Feinteilchen in investitionsintensiven Anlagen zum Pelletieren vor dem Reduzieren oder Brikettieren nach dem Reduzieren stückig zu machen, wodurch jedoch der Vorteil des geringen Rohstoffpreises gegenüber Stückerz verlorengeht.

Die vorliegende Erfindung bezweckt die Vermeidung der genannten Nachteile und Schwierigkeiten und stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren und eine Einrichtung zu schaffen, die es ermöglichen, metallhaltiges Material mit einem Anteil an Feinteilchen bis zu 100% in großer Menge in einem metallurgischen Schmelzofen zu schmelzen, ohne daß ein Austrag der Metallteilchen durch die im Innenraum des Schmelzofens vorliegenden Gasströmungsverhältnisse erfolgt. Weiters soll der apparative und betriebstechnische Aufwand bei der Einbringung des metallhaltigen Materials gering gehalten werden; Investitionskosten und Betriebskosten sollen minimiert werden. Es soll eine möglichst einfache und kaum mechanische Bauteile umfassende Art der Chargierung bereitgestellt werden. Insbesondere soll ein Verschleiß der Chargiereinrichtung bei der Einbringung von heißem metallhaltigem Material stark vermindert werden, so daß Betriebsunterbrechungen, verursacht durch Wartungsarbeiten, minimiert werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das metallhaltige Material auf direktem Weg in die Schlackenschicht mittels mindestens eines ausschließlich der Materialförderung dienenden Chargierrohres über dessen Chargierrohrmündung eingebracht

wird, wobei der Innenraum des Chargierrohres durch Eintauchen der Chargierrohrmündung in die Schlackenschicht vom über der Schlackenschicht befindlichen Innenraum des Schmelzofens räumlich getrennt gehalten wird, das metallhaltige Material in der Schlackenschicht aufgeschmolzen und ein Mischprozeß Schlacke - Metallschmelze im Bereich der Chargierrohrmündung aufrechterhalten wird.

Durch das ständige Eintauchen des Chargierrohres in die Schlackenschicht entsteht ein eigener, von den Verhältnissen des sich oberhalb der Schlackenschicht befindlichen Innenraums des Schmelzofens unabhängiger und unbeeinflussbarer Raum, in dem das metallhaltige Material, wie feinteilchenförmiger Eisenschwamm, ungestört in die Schlacke absinken kann und nicht durch die von den aus dem metallurgischen Schmelzofen strömenden heißen Gasen verursachte Kaminwirkung aus dem Schmelzofen ausgetragen wird. Diese heißen Abgase würden auch ein Rohr durchströmen, dessen Innenraum mit dem sich oberhalb der Schlackenschicht befindlichen Innenraum des Schmelzofens in direkter Verbindung steht. Das metallhaltige Material, insbesondere Feinteilchen, würde ausgeblasen. Die sich beim erfindungsgemäßen Verfahren bei der Auflösung des feinteilchenförmigen metallhaltigen Materials in der Schlacke bildenden und aufsteigenden Reaktionsgase besitzen nicht genug Kraft, die Teilchen des metallhaltigen Materials nach oben mitzureißen, sondern führen lediglich zu einer besseren Vermischung von Schlacke und metallhaltigem Material, wodurch das Einschmelzen der Teilchen des metallhaltigen Materials erleichtert wird.

Zur Steigerung der Effizienz wird das metallhaltige Material in den Zentrumsbereich des Schmelzofens sowie in jenen der zugeführten Energie chargiert.

Um ein schnelles Aufschmelzen des Metalls und in kurzer Zeit eine besonders gute Durchmischung des metallhaltigen Materials mit der Schlacke an der Mündung des Chargierrohres zu erzielen, ist es vorteilhaft, wenn die dazu benötigte Energie in unmittelbarer Nähe des unteren Chargierrohrendes zugeführt wird.

Zweckmäßig wird metallhaltiges Material in stückiger und/oder feinteilchenförmiger Form chargiert. Ein besonderer Vorteil ergibt sich aus dem erfindungsgemäßen Verfahren, wenn ausschließlich feinteilchenförmiges Material eingesetzt wird. Es war bis jetzt nicht möglich, große Mengen von zum Beispiel einer Million Jahrestonnen feinkörnigen Eisenschwamms rentabel zu Stahl zu verarbeiten. Das in einer großen Menge anfallende Feinerz, das am Rohstoffmarkt zu einem äußerst günstigen Preis angeboten wird, mußte deshalb in investitionskosten- und betriebskostenintensiven Pelletieranlagen zu Erzpellets für die Direktreduktion einsetzbar gemacht werden oder der erzeugte feinteilchenförmige Eisenschwamm war nach der Direktreduktion in Heißbrikettieranlagen zu Eisenschwamm-briketts zu verarbeiten. Die Erfindung bietet jedoch eine Möglichkeit, die

Herstellkosten für das Flüssigmetall erheblich zu senken, und zwar schon allein durch den Einsatz von Feinerz.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das metallhaltige Material im heißen und/oder kalten Zustand durch das Chargierrohr in den Schmelzofen eingebracht, vorzugsweise mit einer Temperatur zwischen 500°C und 1000°C, besonders bevorzugt mit 600°C bis 700°C, was etwa derjenigen Temperatur entspricht, die Eisenschwamm nach seiner Direktreduktion aufweist. Auf diese Weise lassen sich, wenn das Einsatzmaterial vor dem Einschmelzen einem Prozeß unterworfen war, der zu einer Temperaturerhöhung der Teilchen führte, Energiekosten sparen, da die dem eingesetzten Material innewohnende Energie zur Verringerung des notwendigen Schmelzenergiebedarfs ohne besondere anlagentechnische Aufwendungen ausgenutzt werden kann. Ermöglicht wird dies durch das erfindungsgemäß besonders einfache Chargieren, bei dem im Hochtemperaturbereich des Schmelzofens keinerlei mechanische Elemente erforderlich sind.

Eine bevorzugte Anwendung des Verfahrens findet in Verbindung mit einem Direktreduktionsprozeß statt, wobei das erfindungsgemäße Schmelzverfahren im unmittelbaren Anschluß an das Direktreduktionsverfahren angewandt wird.

Vorzugsweise wird Energie in Form von elektrischer Energie zugeführt.

Die elektrische Energie wird zweckmäßig in Form von Lichtbögen zugeführt, die einen besonders intensiven Energieeintrag bewirken und die in der Anwendung bereits großtechnisch erprobt und technisch risikolos sind. Zur Erzeugung der Lichtbögen werden Elektroden verwendet, die vorteilhaft schräg, unter einem Winkel von 20° bis 70° gegen die Horizontale geneigt, gegen das Zentrum des Schmelzofens (z.B. eines Elektrolichtbogenofens), in dessen Bereich sich das bzw. die Chargierrohr(e) befindet bzw. befinden, auf das Metallbad gerichtet sind und die das bzw. die Chargierrohr(e) in einer eng benachbarten Anordnung umgeben, da hierdurch ein besonders schnelles Aufschmelzen größerer Mengen ermöglicht wird.

Vorteilhaft zielen die Elektroden in ihrer Normalposition, bezogen auf den Badspiegel, auf einen Teilkreis etwa in der Mitte zwischen Außenoberfläche des Chargierrohres und Innenkontur der Herdausmauerung.

Besonders vorteilhaft sind die Elektroden - im Grundriß gesehen - radial auf das Zentrum des Schmelzofens oder tangential auf verschiedene Teilkreise bezüglich des Zentrums ausgerichtet.

In einer bevorzugten Ausführungsform lassen sich die Elektrodenspitzen durch Veränderung des Neigungswinkels der Elektroden und des Elektrodenhubs in ihrem Abstand zum Chargierrohr variabel einstellen.

Vorzugsweise wird auf dem Metallbad im metallurgischen Schmelzofen eine Schaumslagge gebildet, die beispielsweise durch Einblasen von gasförmigem Sauerstoff unter eventuellem Zusatz von feinkörnigem Kohlenstoff entsteht. Die Schaumslagge ermöglicht ein rasches Aufschmelzen der metallhaltigen Teilchen, da der thermische Wirkungsgrad der in der Schaumslagge brennenden und von dieser abgeschirmten Lichtbögen besonders hoch ist.

Zur zusätzlichen Bewegung von Metallbad und Slagge kann der Schmelzofen vorzugsweise mit einem Gas gespült werden, das durch einen im Schmelzofen eingebauten Gasspülstein aufsteigt und das Aufschmelzen des chargierten metallhaltigen Materials in der heißen Slagge fördert.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß das Einsatzmaterial ausschließlich mit Hilfe der Schwerkraft durch das Chargierrohr in die Slagge eingebracht wird. Zweckmäßig ist das Chargierrohr zu diesem Zweck als Fallrohr ausgebildet und vertikal oder in einem geeigneten Winkel zur senkrechten Achse im Schmelzofen positioniert.

Wegen des während des Chargierens ansteigenden Badspiegels ist das Chargierrohr höhenverstellbar bzw. auf- und abbewegbar. Für das Nachsetzen von Chargierrohrteilen oder beim Ofengefaßwechsel kann das Chargierrohr auch in eine Position seitlich des Schmelzofens zur Seite bewegbar sein.

Um ein ständiges Eintauchen der Chargierrohrmündung während des Chargierens bzw. Schmelzens in die Slaggeschicht sicherzustellen, kann die Eintauchtiefe des Rohres, die mindestens 10 mm beträgt, mittels einer Regel- und/oder Steuereinrichtung überwacht werden. Diese Regel- und/oder Steuereinrichtung basiert auf einer Messung der Chargierrate des eingebrachten Materials und auf einer Messung einer Spannung und/oder eines Stroms am/im elektrisch leitenden Chargierrohr. Die Menge der eingebrachten metallhaltigen Teilchen bestimmt das Niveau der Slaggeschicht im Schmelzofen und ermöglicht so der Regel- und/oder Steuereinrichtung, mit Hilfe einer Vorrichtung zum Auf- und Abbewegen des Chargierrohres die Eintauchtiefe des Chargierrohres bezüglich des Slaggeniveaus anzugleichen. Weiters wird an das Chargierrohr eine Hilfsspannung angelegt und anhand der Veränderung der gemessenen Spannung und/oder des gemessenen Stroms die Position des unteren Chargierrohrendes über eine Wegmessung festgestellt und dementsprechend darauf reagiert. Die beiden Maßnahmen werden kombiniert angewandt.

Besonders vorteilhaft ist diese Regel- und/oder Steuereinrichtung bei diskontinuierlichem Einschmelzen des metallhaltigen Materials, da hierbei Veränderungen des Metall- und Schlackenschichtniveaus auftreten. Ein kontinuierliches Einschmelzen ist ebenso möglich, wobei das Metall- und das Schlackenschichtniveau etwa konstant gehalten werden, so daß eine Höhenverstellung der Chargierrohrmündung - wenn überhaupt - nur selten und im geringen Ausmaß notwendig ist.

Der Innendurchmesser des Chargierrohres beträgt in einer bevorzugten Ausführungsform 200 bis 1500 mm, vorzugsweise 600 bis 800 mm.

Das Chargierrohr ist vorzugsweise aus einem elektrisch leitenden Material, insbesondere aus amorphem Kohlenstoff oder Graphit angefertigt. Zur Erhöhung seiner Lebensdauer kann das Chargierrohr außen mit Al_2O_3 beschichtet sein oder eine Wassersprühkühlung aufweisen. Aber auch Feuerfest-Material oder wasser- oder dampfgekühlte Rohre können als Chargierrohrmaterial verwendet werden.

Vorzugsweise ist das Chargierrohr aus mehreren Schüssen gefertigt, die aneinandergeschraubt und einzeln austauschbar sind und in einem Chargierrohrwartungs- und/oder -wechselstand, zu dem das Chargierrohr schwenkbar ist, rasch ausgetauscht werden können.

Ein besonderer Vorteil ergibt sich, wenn bei einer Kühlung des Schmelzofens und einer Heißgasleitung der Abgaseinrichtung Wasserdampf benutzt wird. Dieser Heißdampf kann vorteilhaft zur Herstellung eines Reduktionsgases in einer Anlage zur Erzeugung von Reduktionsgas, wie einem Reformier, eingesetzt werden.

Vorteilhaft werden das aus dem Chargierrohr und der Chargierschurre austretende staubbeladene Abgas über eine Sekundär-Absaugung und das aus dem metallurgischen Schmelzofen austretende Abgas über eine Heißgasleitung abgesaugt, beide Abgasströme in einem wasser- oder dampfgekühlten Abgasrohr vereint und gemeinsam einer Abgasreinigungseinrichtung zugeführt, von wo der aus dem Abgas abgeschiedene Staub wieder einer Direktreduktionsanlage zugeführt werden kann, so daß er in den Metallverarbeitungsprozeß zurückkehren kann und dadurch die Ausbringung erhöht.

Wird das Einschmelzen von metallhaltigem feinteilchenförmigem Material mit einer Direktreduktionsanlage gekoppelt, werden die Produktionskapazitäten der kontinuierlich laufenden Reduktionsanlage (ca. ein halbes Jahr ununterbrochener Betrieb) und des metallurgischen Schmelzofens (eine Ofenreise dauert ca. drei Wochen, dazwischen Feuerfest-Reparaturen) vorteilhaft so ausgelegt und korreliert, daß während einer Ofenstillstandszeit, d.h. während des Austauschs des Schmelzofens gegen einen intakten, neu ausgemauerten

Schmelzofen, das reduzierte Material gesammelt wird, vorzugsweise in einem Bunkersystem, und das angesammelte reduzierte Material mit einer erhöhten Chargiertrate in den neuen Schmelzofen gefördert und dort eingeschmolzen wird, bis es gänzlich aufgearbeitet ist und das frühere Verhältnis der aus der Reduktionsanlage kommenden und in den Schmelzofen chargierten Materialmengen wieder hergestellt ist. Dadurch erübrigt sich eine Zusatzanlage zum Brikettieren des angesammelten reduzierten Materials.

Dies geschieht dadurch, daß

- ein Schnellwechsel des Ofens vorgesehen wird. Dazu ist es notwendig, alle Verbindungen für
 - Kühlwasser/Dampf
 - elektrische Energie
 - Meßleitungen
 für schnell wirkende Absperrung und schnellen An- und Abschluß auszulegen;
- das Hüttenwerk-Layout so entworfen wird, daß ein kompletter Gefäßwechsel in 120 bis 240 Minuten durchgeführt werden kann. Der Gefäßwechsel kann in der vorgegebenen Zeit mit Kran oder mit Flurwagen erfolgen.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand mehrerer in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert, wobei die Fig. 1 und 2 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Anlage jeweils teilweise im Schnitt, Fig. 3 eine erfindungsgemäße Anlage in Ansicht von oben und die Fig. 4 und 5 eine schematische Schnittdarstellung des Chargierrohres sowie der an der Chargierrohrmündung herrschenden Verhältnisse veranschaulichen.

In einem in Fig. 1 als kippbarer Elektrolichtbogenofen ausgebildeten Schmelzofen 1 mit einer Umfangswand 2, einem Boden 3 und einer feuerfesten Auskleidung 4 befindet sich eine den Boden 3 bedeckende Metallschmelze 5 und eine auf der Metallschmelze 5 schwimmende Schlackenschicht 6, die zweckmäßig von Schaumslagge bildet ist. Durch den Deckel 7 des Schmelzofens 1 ragt im Zentrumsbereich (Z) des Schmelzofens 1 ein dickwandiges Chargierrohr 8, durch welches das metallhaltige Material feinteilchenförmig und/oder in stückiger Form eingebracht wird, in den Schmelzofen 1 und taucht mit seinem unteren Ende 9, das in der Folge als Chargierrohrmündung 9 bezeichnet ist, in die Schlackenschicht 6 ein. Hierdurch ist der Innenraum 10 des Chargierrohres 8 vom über der Schlackenschicht 6 befindlichen Innenraum 11 des Schmelzofens 1 räumlich getrennt.

Das Chargierrohr 8 ist vorteilhaft aus amorphem Kohlenstoff oder Graphit gefertigt. Vorteilhaft weist ein solches außen eine Al_2O_3 -Beschichtung auf, wodurch seine Lebensdauer verlängert wird. Die Verwendung von amorphem Kohlenstoff hat den Vorteil, daß große

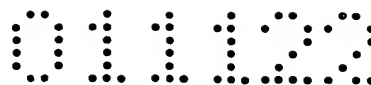
Blöcke zur Verfügung stehen, so daß Rohrabschnitte mit Außendurchmessern von 300 bis 2000 mm (vorzugsweise 1000 bis 1200 mm), Innendurchmessern von 200 bis 1500 mm (vorzugsweise 600 bis 800 mm) und Längen zwischen 500 und 2900 mm daraus gearbeitet werden können. Weiters ist eine elektrische Leitung des Werkstoffs gegeben, die, wie später noch ausgeführt wird, zur Positionssteuerung des Chargierrohres 8 ausgenutzt wird.

Durch die Umfangswand 2 des Schmelzofens 1 ragen mehrere radialsymmetrisch angeordnete Elektroden 13 bis 13", im dargestellten Ausführungsbeispiel vier, die schräg gegen das Zentrum des Schmelzofens 1, d.h. seine vertikale Mittelachse, gerichtet sind und deren Lichtbögen 14 von der Schlackenschicht 6 eingehüllt sind. Zweckmäßig sind die Elektroden 13 bis 13" gleichmäßig verteilt rings der Umfangswand 2 angeordnet, die sie durchragen. Im Boden 3 des Schmelzofens 1 befindet sich eine Abstichöffnung 15 für die Metallschmelze 5. Weiters kann im Boden 3 mindestens ein Spülstein 16 vorgesehen sein, durch den Gase zur Verstärkung einer Badbewegung einleitbar sind.

Oberhalb des Chargierrohres 8 sind eine Chargierschurre 17 und ein Förderorgan 18 zum Zuführen des metallhäftigen Materials angeordnet, welches einem inertisierten und wärmeisolierten Bunker 19, in dem das metallhäftige Material zwischengelagert wird, entnommen wird. Das Fördersystem ist in größerer Höhe oberhalb der Metallschmelze 5 angeordnet und gegen die aus dem Chargierrohr 8 strömenden heißen Gase durch Kühlung oder Feuerfestummantelung geschützt. Das regelbare Förderorgan 18 ist ebenfalls inertisiert und wärmeisoliert. Vorteilhaft ist das Förderorgan 18, um der von unten aus dem Schmelzofen 1 bzw. dem Chargierrohr 8 kommenden Hitzestrahlung besser zu widerstehen, außen feuerfest ausgekleidet, woraus eine höhere Lebensdauer der mechanischen Bauteile resultiert.

Die Chargierschurre 17 ist vorzugsweise mehrteilig ausgeführt, d.h. von zwei oder mehreren Rohren gebildet, wobei zur jeweiligen Anpassung der Länge an das während des Schmelzvorganges hochsteigende Chargierrohr 8 ein Rohr der Chargierschurre 17 teleskopartig über das andere gleiten kann. Als Werkstoff für die Chargierschurre 17 eignet sich Korund, Graphit, amorpher Kohlenstoff oder eine wassergekühlte Konstruktion. Rohre aus Korund haben den Vorteil einer höheren Lebensdauer aufgrund ihrer thermischen Resistenz. Zum Wechseln der Chargierschurre 17 wird die gesamte Konstruktion des Förderorgans 18 zur Seite geschwenkt. Nach Ende des Chargiervorganges wird das Förderorgan 18 mitsamt der daran befestigten Chargierschurre 17 in Richtung des in Fig. 3 dargestellten Pfeils weggeschwenkt, um sie vor weiterer Hitzebeaufschlagung zu schützen.

Unterhalb des Schmelzofens 1 befindet sich eine als Flurförderzeug 20 ausgebildete Vorrichtung zum Verfahren einer Abstichpfanne, mit deren Hilfe die Metallschmelze 5 zu



einem nachfolgenden Verarbeitungsschritt transportierbar ist, sowie ein Flurfahrzeug 32 zum Abtransport der Schlacke.

Fig. 2 stellt einen Aufriß der erfindungsgemäßen Einrichtung (Schnitt gemäß der Linie II-II der Fig. 1) dar. Im Deckel 7 des Schmelzofens 1 ist neben dem Chargierrohr 8 eine Heißgasleitung 21 dargestellt, mittels der die Abgase aus dem Innenraum 11 des Schmelzofens 1 entfernt werden. Seitlich oberhalb des Chargierrohres 8 ist weiters ein Sekundär-Absaugrohr 22 angeordnet, das aus dem Chargierrohr 8 und der Chargierschurre 17 strömende Gase ableitet. Beide Abgasströme werden in einem Abgasrohr 23 - das ebenso wie das Sekundär-Absaugrohr 22 bzw. die Heißgasleitung 21 wasser- oder dampfgekühlt ist - vereint und gemeinsam einer Abgasreinigungseinrichtung zugeführt. Das Sekundär-Absaugrohr 22 wird mittels des Hub-/Schwenkwerks 28 auf- und abbewegt, sodaß seine Absaugöffnung immer die an der oberen Chargierrohröffnung anfallenden Gase aus Chargierrohr 8 und Chargierschurre 17 erfassen kann. Zum Ofengefäßwechsel wird das Sekundär-Absaugrohr 22 mittels des Hub-/Schwenkwerks 28 aus dem Abgasrohr 23 gehoben und zur Seite geschwenkt.

Der in allen dampfgekühlten Teilen der erfindungsgemäßen Einrichtung gebildete oder überhitzte Dampf kann vorteilhaft zur Erzeugung von Reduktionsgas, beispielsweise in einem Reformer, unter Ausnutzung der ihm innewohnenden fühlbaren Wärme weiterverwendet werden.

Ein Bunkersystem für zu chargierendes Material ist von drei einzelnen Bunkern 19', 19'', 19''' gebildet, von denen zwei als Puffer während einer Stillstandszeit des Schmelzofens 1 oder während eines Schmelzofenwechsels zur Verfügung stehen und einer als Chargierbunker für den Normalbetrieb dient.

Fig. 2 zeigt weiters, daß das Chargierrohr 8 von einem Tragarm 24 gehalten wird, der mit einem in unmittelbarer Nähe des Schmelzofens 1 angeordneten Hub-/Schwenkwerk 25 zum Bewegen des Chargierrohres 8 verbunden ist. Das Chargierrohr 8 ist vorteilhaft durch eine Klemmbacke 24', die nur die Aufgabe des Haltens hat, am Tragarm 24 befestigt. Dieser ist gegenüber einem Tragarm-Hubmast der Hub-/Schwenkvorrichtung 25 sorgfältig isoliert und wird mittels des Tragarm-Hubmastes, der innerhalb der Schwenksäule der Hub-/Schwenkvorrichtung 25 exakt geführt ist, auf- und abbewegt.

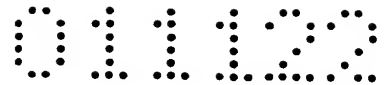
Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Anlage von oben. In den Schmelzofen 1 ragen bei diesem Ausführungsbeispiel vier gegen das Zentrum des Schmelzofens 1 gerichtete und die Umfangswand 2 des Schmelzofens 1 durchsetzende Elektroden 13, 13', 13'', 13''', die jeweils an Elektrodenschlitten 26, 26', 26'', 26''' geführt und in regelmäßigen Abständen längs der

Umfangswand 2 des Schmelzofens 1 angeordnet sind. Zwischen zwei Elektrodenschlitten 26, 26' ist neben dem Schmelzofen 1 das Hub-/Schwenkwerk 25 angeordnet, das über den Tragarm 24, der das Chargierrohr 8 in Position hält, eine Auf- und Abwärtsbewegung sowie eine Seitwärtsbewegung des Chargierrohres 8 ermöglicht. Im Schwenkbereich des Tragarms 24 ist ein in Pfeilrichtung verfahrbarer Chargierrohrwechselstand 27 angeordnet, der ein rasches Nachsetzen von verbrauchten Teilen des Chargierrohres 8 oder gesamten Chargierrohren 8 gestattet.

Fig. 4 zeigt einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Chargierrohr 8, dessen Chargierrohrmündung 9 in die Schlackenschicht 6 eintaucht. Das Chargierrohr 8 ist aus mehreren zusammengeschraubten Schüssen 29, 29', 29'' aufgebaut, wodurch ein einfaches und rasches Ergänzen von verbrauchten Teilen ermöglicht wird. Oberhalb der Schlackenschicht 6 ist eine sich im Innenraum 10 des Chargierrohres 8 bildende dünne Schicht 30 von metallhändigem Material dargestellt, das infolge weiterer Chargierung in die heiße Schlackenschicht 6 gedrückt wird und sich dort auflöst. Weiters ist die zur Einbringung des metallhändigen Materials dienende Chargierschurre 17 veranschaulicht, die in das Chargierrohr 8 hineinragt. Das Chargierrohr 8 weist einen Innendurchmesser 12 von 200 bis 1500 mm, vorzugsweise von 600 bis 800 mm auf, wodurch große Chargierraten möglich sind.

Die schematische Darstellung in Fig. 5 zeigt die an der Chargierrohrmündung 9 herrschenden Verhältnisse der beteiligten Reaktionspartner beim Mischvorgang Schlacke - Metallschmelze bzw. beim Aufschmelzen des metallhändigen Materials. Durch Reaktion von im metallhändigen Material enthaltenen Stoffen und Bestandteilen der Schlacke kommt es beim Auftreffen des metallhändigen Materials auf die Schlackenschicht 6 zu Kochreaktionen, die zu einer verstärkten Badbewegung im Bereich der Chargierrohrmündung 9 führen und damit das Einschmelzen des metallhändigen Materials erleichtern. Im Fall des Chargierens von Eisenschwamm entsteht durch Reaktion der im Eisenschwamm vorhandenen Kohle mit dem FeO der Schlacke Kohlenmonoxid, das im Chargierrohr 8 emporsteigt (durch die Pfeile 31 veranschaulicht) und über das Sekundär-Absaugrohr 22 abgezogen wird. Um das Einschmelzen des metallhändigen Materials weiter zu begünstigen, kann, wie bereits erwähnt, im Boden 3 des Schmelzofens 1 mindestens ein Spülstein 16 vorgesehen sein, durch den ein Gas, beispielsweise Stickstoff, in die Metallschmelze 5 sowie in die Schlackenschicht 6 aufsteigen und die Badbewegung verstärken kann.

Bei einem kippbaren Schmelzofen 1, wie er in Fig. 2 dargestellt ist, steht eine Drehsäule, die das Hub-/Schwenkwerk 25 des Chargierrohres 8 führt, auf einer kippbaren Ofenplattform, wodurch das Chargierrohr 8 beim Abstich mitkippt. Die Chargierschurre 17 wird nach dem Ende des Chargiervorganges, jedoch vor dem Abstich über das Chargierrohr 8 teleskopartig angehoben. Auch die Drehsäule, die das Hub-/Schwenkwerk 28 für das Sekundär-Absaugrohr



22 führt, steht auf der kippbaren Ofenplattform, wodurch das Sekundär-Absaugrohr 22 beim Ofenabstich mitkippt. Dazu ist es vorher mittels des Hub-/Schwenkwerks 28 aus dem Abgasrohr 23 herauszufahren, da letzteres in allen Betriebszuständen stationär und senkrecht bleibt.

Für das Auswechseln des Schmelzofens 1 werden die Elektroden 13 aus dem Schmelzofen 1 ausgefahren und das Chargierrohr 8 über den Ofendeckel 7 angehoben und zum Chargierrohrwartungs- und/oder -wechselstand 27 geschwenkt. Zu diesem Zweck ist die das Hub-/Schwenkwerk 25 führende Drehsäule auf der kippbaren Ofenplattform vorteilhaft auf einem Wälzlager-Drehkranz drehbar gelagert. Zusätzlich wird das Sekundär-Absaugrohr 22 mittels des Hub-/Schwenkwerks 28 aus dem Abgasrohr 23 gehoben und zur Seite geschwenkt. Der Schmelzofen selbst wird mittels eines Kranes zu einer Reparaturstation gebracht und dort neu ausgemauert.

Ein Austauschen des Schmelzofens 1 mittels eines Kranes ist in etwa zwei bis fünf Stunden durchführbar.

Die Funktion der Einrichtung ist wie folgt:

Das metallhaltige Material, insbesondere Eisenschwamm, welches sowohl feinteilchenförmig als auch stückig vorliegen kann, wird einem der inertisierten, wärmeisolierten Bunker 19 bis 19", die vorteilhaft unmittelbar an eine Direktreduktionsanlage anschließen und damit die Einschmelzvorrichtung direkt in den Austrag der Direktreduktionsanlage integrieren, entnommen. Wechselweise dient jeweils einer der Bunker 19 bis 19" als Chargierbunker, während die übrigen zwei Bunker als Puffer benutzt werden, um die Zeit zum Austauschen oder Warten des Schmelzofens 1 bzw. zum Entleeren und Anfahren desselben zu überbrücken. Für die normale Produktion ist aber nur der Durchsatz durch einen der Bunker 19 bis 19" vorgesehen. Zweckmäßig stehen auch Bunker für Zuschlagstoffe, wie Feinkalk, Stückkalk, Dolomit, Kohlenstoff usw., zur Verfügung.

Das über das Förderorgan 18 und die Chargierschurre 17 geförderte metallhaltige Material gelangt direkt in das Chargierrohr 8, wo es alleine durch die Schwerkraft absinkt.

Die Gesamtlänge des Chargierrohres 8 beträgt bei einem Stahlschmelzofen zum Beispiel für einen Durchsatz von 150 t/h des metallhaltigen Materials ca. 7000 mm. Für diese Förderrate wird der Außendurchmesser des Chargierrohres 8 ca. 1200 mm und der Innendurchmesser ca. 800 mm betragen.



Es ist notwendig, daß das Chargierrohr 8 während des Chargiervorganges immer in die Schlackenschicht 6 eintaucht, weil nur dadurch verhindert wird, daß feinteilchenförmiges Material aus dem Chargierrohr 8 durch eine Kaminwirkung ausgeblasen wird. Die Eintauchtiefe der Chargierrohrmündung 9 beträgt mindestens 10 mm. Das Chargierrohr 8 und auch das Sekundär-Absaugrohr 22 müssen im selben Maß nach oben bewegt werden - vorzugsweise synchron -, wie das Metallschmelzen- bzw. Schlackenschichtniveau durch Chargieren und Schmelzen des metallhaltigen Materials steigt, wobei auch die Höhe der Schlackenschicht 6 Beachtung finden muß.

Erfüllt wird diese Forderung durch eine Regelung der Höhe der Chargierrohrmündung 9 entsprechend der Chargierrate des metallhaltigen Materials. Zusätzlich wird an das Chargierrohr 8 eine Hilfsspannung angelegt und ein Stromfluß zwischen dem Chargierrohr 8 über die leitende flüssige Schlackenschicht 6 zur Bodenanode (Gleichstromofen) oder zur Hilfelektrode bzw. zum Ofengefäß (Drehstromofen) hergestellt. Fährt das Chargierrohr 8 aus der leitenden Schlackenschicht, wird der Stromfluß unterbrochen.

Die Regelung erfolgt derart, daß das Chargierrohr 8 zu Beginn des Einschmelzvorgangs abgesenkt wird, bis die Spannungs- und/oder Strommessung Schlackenkontakt signalisiert. Die im Chargierrohr-Hubmast integrierte Wegmessung steuert ein weiteres Absenken und somit Eintauchen in die Schlackenschicht 6 mindestens 10 mm tief, worauf mit der Chargierung des metallhaltigen Materials begonnen wird. Das Chargierrohr 8 wird dann abhängig von der Förderrate des Schmelzgutes dem Anstieg des Niveaus der Schlackenschicht 6 entsprechend langsam nach oben gezogen. Dabei dient die Spannungs- und/oder Strommessung zur ständigen Überwachung des Eintauchens der Chargierrohrmündung 9 in die Schlackenschicht 6.

Ein zu tiefes Eintauchen in die Schlackenschicht 6 wird auf dieselbe Art verhindert. Ein zu tief eingetauchtes Chargierrohr 8 könnte das chargierte Material auf der Schlacke "einsperren" und ein Aufschmelzen in der heißen Schlacke behindern bzw. zur "Eisbergbildung" führen. Um unter Ausnutzung der durch die Lichtbögen 14 ausgelösten Schlackenbewegung ein rasches Aufschmelzen des metallhaltigen Materials zu ermöglichen, ist darauf zu achten, daß das Schmelzgut immer auf die Oberfläche der dünnflüssigen, durch die Lichtbögen 14 erhitzten Schlackenschicht 6 aufgegeben wird.

Das Aufschmelzen des metallhaltigen Materials erfolgt, indem dieses auf die unzähligen Bläschen der Schaumslagge fällt, die Häutchen dieser Bläschen durchschlägt, tiefer in die Schlackenschicht 6 bzw. in die Metallschmelze 5 absinkt und so schmilzt. Die Bildung einer festen Schicht im Chargierrohr 8 findet daher nicht statt, wenn Chargierrate und elektrischer Leistungseintrag richtig aufeinander abgestimmt sind. Durch eine geeignete Chargierrate wird

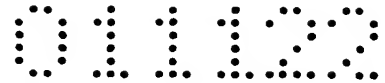
erreicht, daß das metallhaltige Material durch sein Gewicht in die Schlackenschicht 6 gedrückt wird. Bei Eisenschwamm als chargiertes Material kommt es - wie anhand der Fig. 5 erwähnt - durch Reaktion des Kohlenstoffs und der nicht reduzierten Eisenoxide mit dem FeO der heißen Schlacke beim Auftreffen des Eisenschwamms auf die Schlacke im Chargierrohr 8 zu einer Kochreaktion, die das Aufschmelzen der Eisenschwammteilchen erleichtert.

Zum Anfahren des metallurgischen Schmelzofens 1 werden vorteilhaft Metallspäne und nachfolgend eventuell Shredderschrott aus Vorratsbunkern durch das etwas hochgezogene Chargierrohr 8 in den Schmelzofen 1 zu einem Haufen chargiert und mit oder ohne Zuhilfenahme eines Gas-Sauerstoff-Brenners zu einem flüssigen Sumpf aufgeschmolzen. Zweckmäßig wird dieser Start-Schrott bereits an einem Ofengefäß-Wechselstand in den fertig zugestellten, neu einzusetzenden Schmelzofen 1 chargiert und dann der neue Schmelzofen 1 mit Start-Schrott eingesetzt. Schlackenbildner können durch das Chargierrohr 8 oder auch direkt in den Schmelzofen 1 zugegeben werden.

Das Einschmelzen des metallhaltigen Materials erfolgt bevorzugt durch mehrere Lichtbögen 14, die von schrägen, seitlich in den Schmelzofen 1 ragenden Graphitelektroden 13 ausgehen. Die Lichtbögen 14 brennen vorteilhaft auf einem Teilkreis etwa in der Mitte zwischen Schmelzenrand und Chargierrohr 8. Die Lichtbögen 14 können radial auf das Zentrum des Schmelzofens 1 oder auch tangential auf einen Teilkreis ausgerichtet sein. Durch Veränderung des Elektrodenhubs und der Neigung der Elektroden können die Lichtbögen in ihrer Entfernung vom Auftreffpunkt des feinteilchenförmigen Chargiergutes auf die Schlackenoberfläche variiert werden. Die Lichtbögen 14 sorgen für eine Bewegung der Schlackenschicht 6 und eine nicht zu tief gehende, weitgehend oberflächliche Bewegung der Metallschmelze 5, die das Aufschmelzen des metallhaltigen Materials begünstigt. Die vorteilhaft unter 20 bis 70° zur Horizontalen geneigten Elektroden 13 erzeugen schräge Lichtbögen 14, die wegen ihrer Neigung vollständig oder zumindest weitestgehend von der Schlackenschicht 6 eingehüllt sind, so daß Abstrahlverluste minimiert werden.

Obwohl durch das Chargierrohr 8 kein Schmelzstrom fließt, verschleißt es an seinem unteren Ende 9. Es ist daher ein Ersatz der verschlissenen Schüsse 29 durch neu aufgeschraubte vorgesehen. Dies erfolgt am Chargierrohrwartungs- und/oder -wechselstand 27. Aus dem verfahrbaren Chargierrohrwartungs- und/oder -wechselstand 27 kann dann ein neues Chargierrohr 8 direkt vom Chargierrohr-Tragarm 24 entnommen und wieder in Schmelzposition gebracht werden.

Der beim Einschmelzvorgang entstehende Staub wird aus dem Ofenraum 11 über die Heißgasleitung 21 bzw. aus dem Chargierrohr 8 über das Sekundär-Absaugrohr 22 abgesaugt



und kann beispielsweise bei der anschließenden Erzeugung von Eisenschwamm wieder der Direktreduktionsanlage als Einsatzmaterial zugeführt werden.

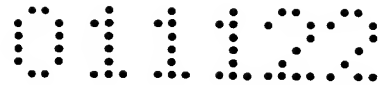
Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Einrichtung sind folgende:

- * Kontinuierliches direktes Stahlerzeugungsverfahren, bei dem am Beginn Feinerz in die Feinerzdirektreduktionsanlage aufgegeben und am Ende Flüssigstahl aus dem metallurgischen Schmelzofen abgestochen wird.
- * Wegfall aller Logistik- und Lagereinrichtungen zwischen einer Direktreduktionsanlage und dem Stahlwerk.
- * Deutlich günstigere Investitionskosten und beträchtlich niedrigere Herstellungskosten der Metallschmelze.
- * Volle Ausnutzung des günstigen Feinerzpreises ohne Nachteil zusätzlich notwendiger Investitionen.
- * Ausnutzung der dem heißen metallhaltigen Material, wie Eisenschwamm, innewohnenden Energie zur Verringerung des notwendigen Schmelzenergiebedarfs ohne besondere anlagentechnische Aufwendungen.
- * Günstige Umweltrelevanz: Während des Schmelzprozesses von Eisenschwamm abgeschiedener Staub wird gesammelt und kann wieder in eine Direktreduktionsanlage aufgegeben und wiederverwertet werden. Keine Deponie und daher keine zusätzlichen Kosten notwendig. Verbesserung der Ausbringung um ca. 1,5%.
- * Niedriger Lärmpegel und niedrige Belastung des elektrischen Netzes durch Mehrelektrodenprinzip des Elektrolichtbogenofens.
- * Alle Verfahrensschritte einfach, technisch risikolos, da bereits erprobt oder in anderer Konfiguration großtechnisch angewandt.
- * Hohe Verfügbarkeit des Schmelzaggregats durch mehrere schräge Elektroden. Günstige Ersatzteilkhaltung durch viele identische Komponenten.
- * Hohe Qualität des erzeugten Flüssigmetalls, da nahezu aus 100% jungfräulichem Material.

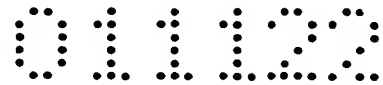
- * Hohe Schmelzleistung des Lichtbogenofens, da das Chargiergut in das Zentrum der Energie eingebracht wird.
- * Verwendung des Kールドampfes zur Erzeugung von Reduktionsgas.
- * Weiterer Anwendungsbereich des beschriebenen Chargier- und Einschmelzprinzips auch auf Eisenkarbid, stückigen Eisenschwamm und alle Arten von Stäuben sowie auch auf Nichteisenmetalle.

Patentansprüche:

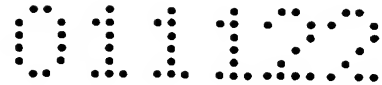
1. Verfahren zum Einschmelzen von metallhaltigem Material, vorzugsweise feinteilchenförmigem metallhaltigem Material, wie Eisenschwamm, in einem metallurgischen Schmelzofen (1), wobei in einem Innenraum des Schmelzofens (1) eine Metallschmelze (5) und eine auf der Metallschmelze (5) schwimmende Schlackenschicht (6) aufrechterhalten werden und Energie zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das metallhaltige Material auf direktem Weg in die Schlackenschicht (6) mittels mindestens eines ausschließlich der Materialförderung dienenden Chargierrohres (8) über dessen Chargierrohrmündung (9) eingebracht wird, wobei der Innenraum (10) des Chargierrohres (8) durch Eintauchen der Chargierrohrmündung (9) in die Schlackenschicht (6) vom Innenraum (11) des über der Schlackenschicht befindlichen metallurgischen Schmelzofens (1) räumlich getrennt gehalten wird, das metallhaltige Material in der Schlackenschicht (6) aufgeschmolzen und ein Mischprozeß Schlacke - Metallschmelze im Bereich der Chargierrohrmündung (9) aufrechterhalten wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das metallhaltige Material und die Energie in den Zentrumsbereich (Z) des Schmelzofens (1) eingebracht werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Energie im Nahbereich der Einmündung des Chargierrohres (8) in die Schlacke zugeführt wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß metallhaltiges Material in stückiger und/oder feinteilchenförmiger Form chargiert wird, vorzugsweise ausschließlich in feinteilchenförmiger Form.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das metallhaltige Material im heißen und/oder kalten Zustand durch das Chargierrohr (8) in den Schmelzofen (1) eingebracht wird, vorzugsweise mit der aus einem Reduktionsprozeß stammenden fühlbaren Wärme.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das metallhaltige Material mit einer Temperatur zwischen 500°C und 1000°C, vorzugsweise 600°C und 700°C, durch das Chargierrohr (8) in den Schmelzofen (1) eingebracht wird.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß Energie in Form von elektrischer Energie zugeführt wird.



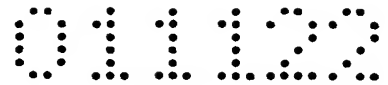
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Energie in Form von elektrischen Lichtbögen (14) zugeführt wird, die vorzugsweise schräg gegen das Zentrum des Schmelzofens (1) auf das Metallbad (5) gerichtet brennen.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schlackenschicht (6) von Schaumslagge gebildet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaumslagge durch gasförmigen Sauerstoff unter eventuellem Zusatz von feinkörnigem Kohlenstoff gebildet wird.
11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das metallhaltige Material durch das Chargierrohr (8) ausschließlich mit Hilfe der Schwerkraft in die Slackge eingebracht wird.
12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Position des Chargierrohres (8) in der Schlackenschicht (6) mit Hilfe der Chargierate geregelt oder gesteuert wird.
13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintauchtiefe des Chargierrohres (8) in die Schlackenschicht (6) mittels einer Spannungs- und/oder Strommessung am/im Chargierrohr (8) in Kombination mit einer Wegmessung geregelt oder gesteuert wird.
14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Schmelzofen (1) vorzugsweise mit einem Gas gespült und hiermit eine Badbewegung initiiert wird und ein Teil des Gases im Chargierrohr (8) aufsteigen gelassen wird.
15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Einschmelzen des metallhaltigen Materials unter Aufrechterhaltung ein- und desselben Metall- und gegebenenfalls Schlackenschichtniveaus kontinuierlich durchgeführt wird.
16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Einschmelzen des metallhaltigen Materials diskontinuierlich durchgeführt wird, wobei das untere Ende (9) des Chargierrohres (8) in Abhängigkeit des Schlackenschichtniveaus angehoben und abgesenkt wird.



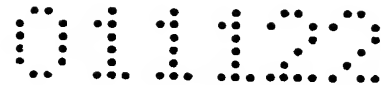
17. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der bei der Kühlung des Schmelzofens (1) und der Abgaseinrichtungen (21 bis 23) verwendete oder gebildete Dampf zur Erzeugung eines Reduktionsgases in einem Reformier eingesetzt wird.
18. Verfahren zur Erzeugung einer metallhaltigen Schmelze, vorzugsweise Eisenschmelze, durch kontinuierliche Direktreduktion eines metallhaltigen Erzes und durch anschließendes Einschmelzen des so erzeugten metallhaltigen Materials, wie eines Eisenschwammes, in einem Schmelzofen (1), dadurch gekennzeichnet, daß nach Ablauf einer Schmelzofenreise der feuerfest verschlissene Schmelzofen (1) gegen einen ganz oder teilweise neu zugestellten Schmelzofen (1) ausgetauscht wird und während der für das Austauschen benötigten Zeit erzeugtes metallhaltiges Material gesammelt wird, dieses gesammelte metallhaltige Material in einer ersten Phase der Ofenreise des ausgetauschten Schmelzofens (1) bis zur Aufarbeitung der angesammelten Menge des metallhaltigen Materials gemeinsam mit frisch erzeugtem metallhaltigem Material in erhöhter Chargierate in den Schmelzofen (1) gefördert wird und nach Aufarbeiten des angesammelten metallhaltigen Materials frisch erzeugtes metallhaltiges Material wieder mit reduzierter Normal-Chargierate eingeschmolzen wird.
19. Einrichtung zum Einschmelzen von metallhaltigem Material, vorzugsweise feinteilchenförmigem metallhaltigem Material, wie Eisenschwamm, in einem metallurgischen Schmelzofen (1), wobei der Schmelzofen (1) mit einer Einrichtung zum Zuführen von Energie in ein von einer Schlackenschicht (6) bedecktes Metallbad sowie einer Chargiereinrichtung zum Beschicken des Schmelzofens (1) mit dem metallhaltigen Material ausgestattet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Chargiereinrichtung mindestens ein ausschließlich der Materialförderung dienendes Chargierrohr (8) aufweist, das in den Schmelzofen (1) hineinragt und mit seinem unteren Ende (9) - der Chargierrohrmündung (9) - in einer Höhe innerhalb der Schlackenschicht (6) positioniert bzw. in Position bringbar ist.
20. Einrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Chargierrohr (8) im Zentrumsbereich (Z) des Schmelzofens (1) angeordnet ist.
21. Einrichtung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Chargierrohr (8) als Fallrohr ausgebildet ist.
22. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß das untere Ende (9) des Chargierrohres (8) höhenverstellbar ist.



23. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Chargierrohr (8) selbst auf- und abbewegbar ist.
24. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß das Chargierrohr (8) zur Seite schwenkbar ist.
25. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß das untere Chargierrohrende (9) mindestens 10 mm unter der Schlackenschichtoberfläche positioniert bzw. in eine solche Position bringbar ist.
26. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß sie über eine Regel- und/oder Steuereinrichtung zur Höhenpositionierung des Chargierrohres (8) verfügt.
27. Einrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Regel- und/oder Steuereinrichtung über eine Vorrichtung zur Messung der Chargierrate des metallhaltigen Materials verfügt, die mit einer Vorrichtung (25) zum Auf- und Abbewegen des Chargierrohres (8) gekoppelt ist.
28. Einrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Regel- und/oder Steuereinrichtung über eine Vorrichtung zur Messung einer Spannung und/oder eines Stroms am/im Chargierrohr (8) verfügt, die mit einer Vorrichtung (25) zum Auf- und Abbewegen des Chargierrohres (8) gekoppelt ist.
29. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß das Chargierrohr (8) einen Innendurchmesser (12) von 200 - 1500 mm, vorzugsweise von 600 - 800 mm, aufweist.
30. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Chargierrohr (8) aus amorphem Kohlenstoff angefertigt ist.
31. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Chargierrohr (8) aus Graphit angefertigt ist.
32. Einrichtung nach Anspruch 30 und/oder 31, dadurch gekennzeichnet, daß das Chargierrohr (8) außen mit Al_2O_3 beschichtet ist.
33. Einrichtung nach Anspruch 30 und/oder 31, dadurch gekennzeichnet, daß das Chargierrohr (8) außen mit einer Wassersprühkühlung versehen ist.



34. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Chargierrohr (8) aus Feuerfest-Material gefertigt ist.
35. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß das Chargierrohr (8) aus wasser- oder dampfgekühlten Rohren gebildet ist.
36. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß das Chargierrohr (8) aus mehreren Schüssen (29) gefertigt ist, die aneinandergeschraubt und austauschbar sind.
37. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß im Schmelzofen (1) ein Gasspülstein (16) eingebaut ist, der in das Chargierrohr (8) aufsteigende Gasbläschen bewirkt.
38. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 37, dadurch gekennzeichnet, daß der metallurgische Schmelzofen (1) als Elektrolichtbogenofen ausgebildet ist.
39. Einrichtung nach Anspruch 38, dadurch gekennzeichnet, daß das bzw. die Chargierrohr(e) (8) von Elektroden (13) umgeben ist bzw. sind, die vorzugsweise zum bzw. zu den Chargierrohr(en) (8) eng benachbart angeordnet sind.
40. Einrichtung nach Anspruch 38 oder 39, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (13) gegenüber einer Horizontalen schräg gegen das Zentrum des Schmelzofens (1), in dem sich das Chargierrohr (8) befindet, gerichtet sind, wobei die Elektroden (13) in ihrer Normalposition, bezogen auf den Badspiegel, auf einen Teilkreis etwa in der Mitte zwischen der Außenoberfläche des Chargierrohres (8) und der Innenkontur der Herdausmauerung zielen.
41. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 38 bis 40, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (13) unter einem Winkel von 20° bis 70° zur Horizontalen geneigt sind.
42. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 38 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (13) - im Grundriß gesehen - radial auf das Zentrum des Schmelzofens (1) und damit des Chargierrohres (8) gerichtet sind.



43. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 38 bis 41, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden (13) - im Grundriß gesehen - tangential auf verschiedene Teilkreise ausgerichtet sind.
44. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 38 bis 43, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden spitzen durch Veränderung des Neigungswinkels der Elektroden (13) und des Elektrodenhubs in ihrem Abstand zum Chargierrohr (8) variabel einstellbar sind.
45. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 44, dadurch gekennzeichnet, daß sie in unmittelbarer Nähe einer Direktreduktionsanlage angeordnet ist.
46. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 45, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kühleinrichtung für die Absaugeinrichtung (21 bis 23) und für den Schmelzofen (1) gekoppelt ist mit einer Anlage zur Erzeugung eines Reduktionsgases, wie einem Reformier, und vorzugsweise mit einer Reduktionsanlage zur Erzeugung des einzuschmelzenden feinteilchenförmigen Materials.
47. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 46, dadurch gekennzeichnet, daß das Chargierrohr (8) zu einem Chargierrohrwartungs- und/oder -wechselstand (27) schwenkbar ist.
48. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 47, dadurch gekennzeichnet, daß eine wasser- oder dampfgekühlte Heißgasleitung (21) vorgesehen ist, die in den Innenraum (11) des Schmelzofens (1) mündet und durch die aus dem Innenraum (11) des Schmelzofens (1) staubbeladene Abgase abführbar sind.
49. Einrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 19 bis 48, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sekundär-Absaugrohr (22) zum Absaugen von aus dem Chargierrohr (8) sowie der Chargierschurre (17) austretenden Abgasen vorgesehen ist.
50. Einrichtung nach Anspruch 48 und 49, dadurch gekennzeichnet, daß ein wasser- oder dampfgekühltes Abgasrohr (23), in das die Heißgasleitung (21) und das Sekundär-Absaugrohr (22) münden, und eine Abgasreinigungsanlage, in der das Abgasrohr (23) mündet, vorgesehen sind.
51. Einrichtung nach Anspruch 50, dadurch gekennzeichnet, daß die Abgasreinigungsanlage mit einer Fördereinrichtung versehen ist, mit der in der Abgasreinigungsanlage abgeschiedener Staub einer Direktreduktionsanlage zuführbar ist.

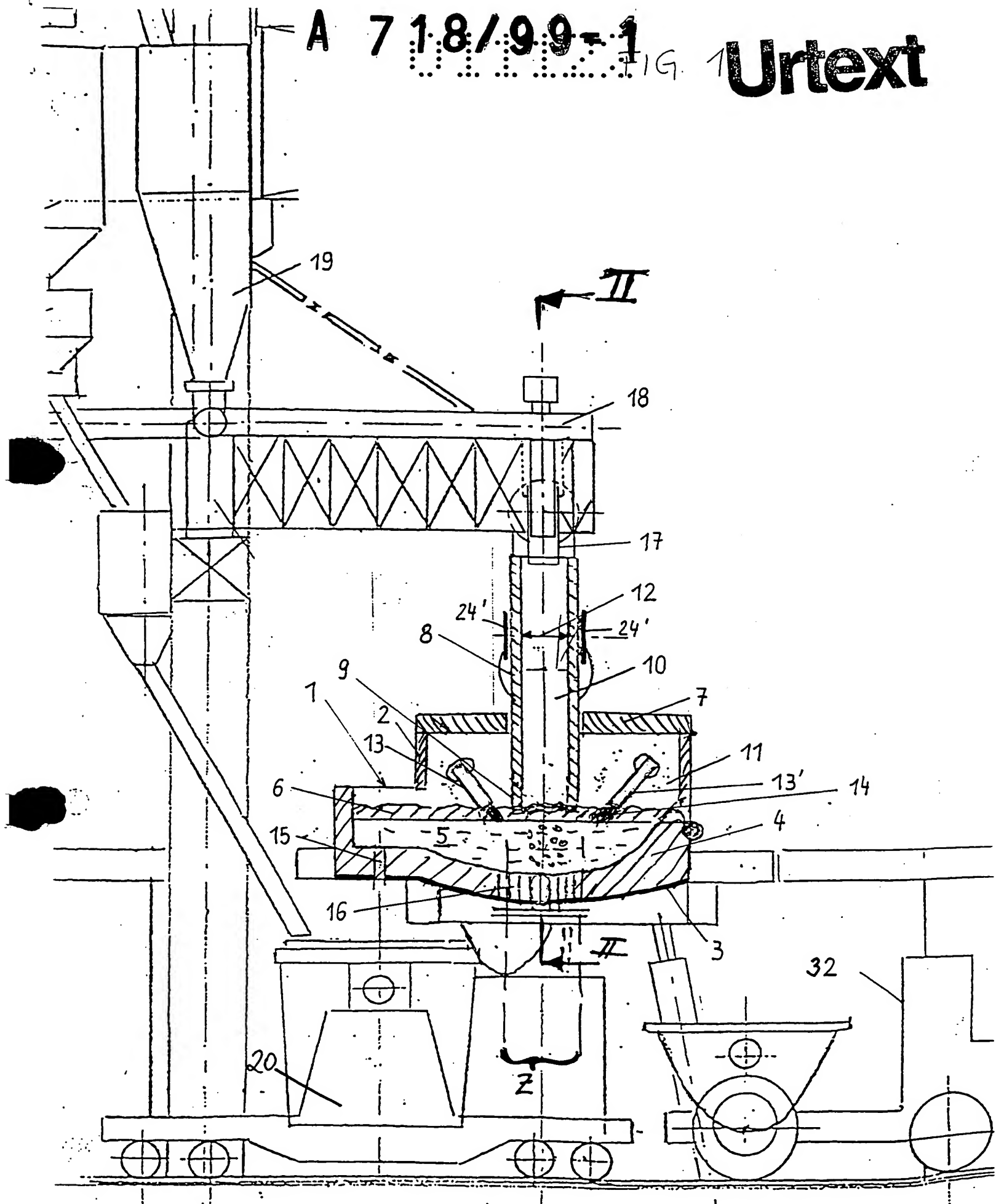
Zusammenfassung:

Verfahren und Einrichtung zum Einschmelzen von metallhaltigem Material

Bei einem Verfahren und einer Einrichtung zum Einschmelzen von metallhaltigem Material, vorzugsweise feinteilchenförmigem metallhaltigem Material, wie Eisenschwamm, in einem metallurgischen Schmelzofen (1), wobei in einem Innenraum (11) des Schmelzofens (1) eine Metallschmelze (5) und eine auf der Metallschmelze (5) schwimmende Schlackenschicht (6) aufrechterhalten werden und Energie zugeführt wird, wird zwecks Ermöglichung des Einbringens großer Mengen an Feinteilchen das metallhaltige Material auf direktem Weg in die Schlackenschicht (6) mittels mindestens eines ausschließlich der Materialförderung dienenden Chargierrohres (8) über dessen Chargierrohrmündung (9) eingebracht, wobei der Innenraum (10) des Chargierrohres (8) durch Eintauchen der Chargierrohrmündung (9) in die Schlackenschicht (6) vom über der Schlackenschicht (6) befindlichen Innenraum (11) des metallurgischen Schmelzofens (1) räumlich getrennt gehalten wird, das metallhaltige Material in der Schlackenschicht (6) aufgeschmolzen und ein Mischprozeß Schlacke-Metallschmelze im Bereich der Chargierrohrmündung (9) aufrechterhalten wird (Fig. 1).

A 7 1.8/99-1

Urtext



A 718/99-1

Urtext

FIG. 2

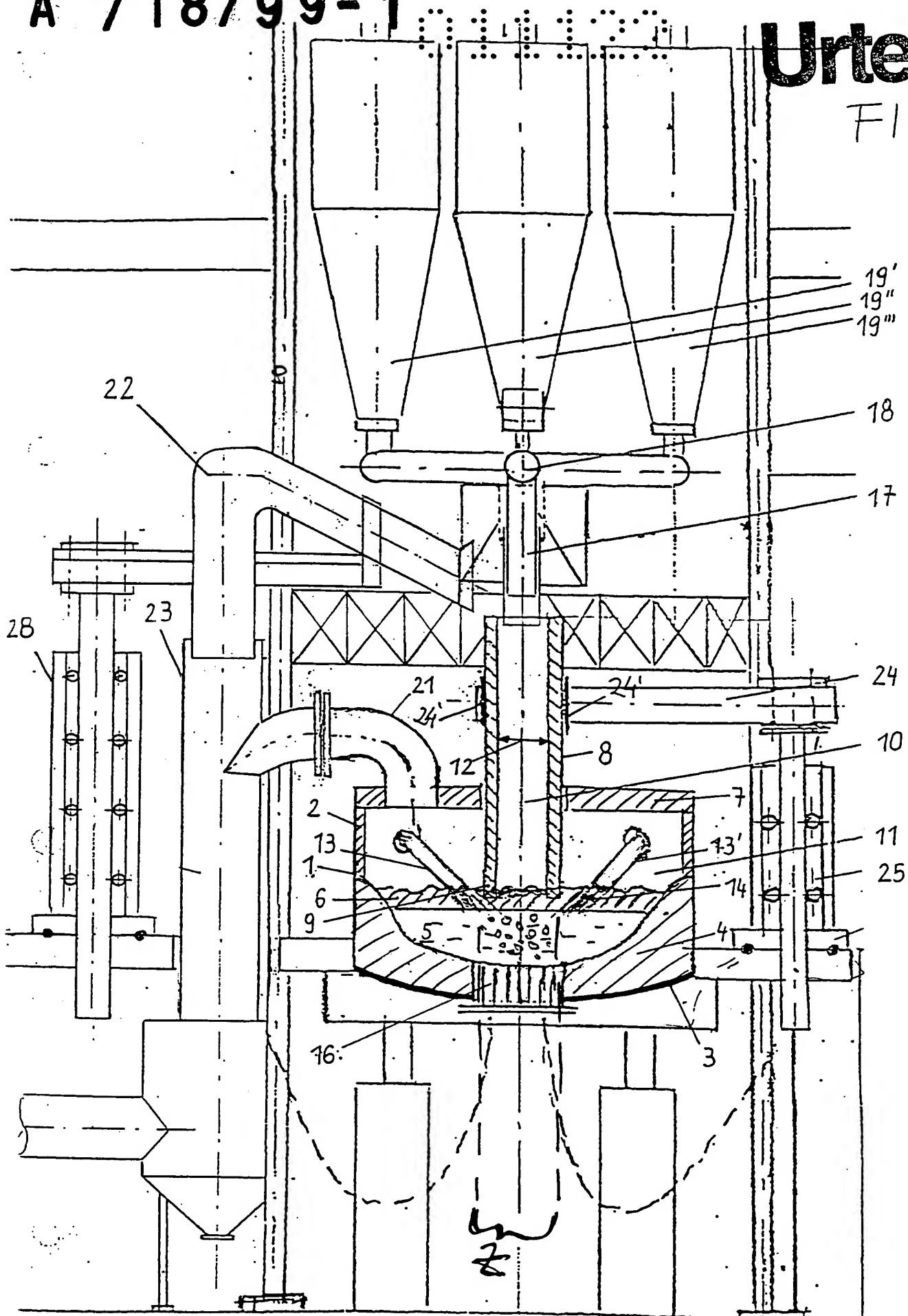
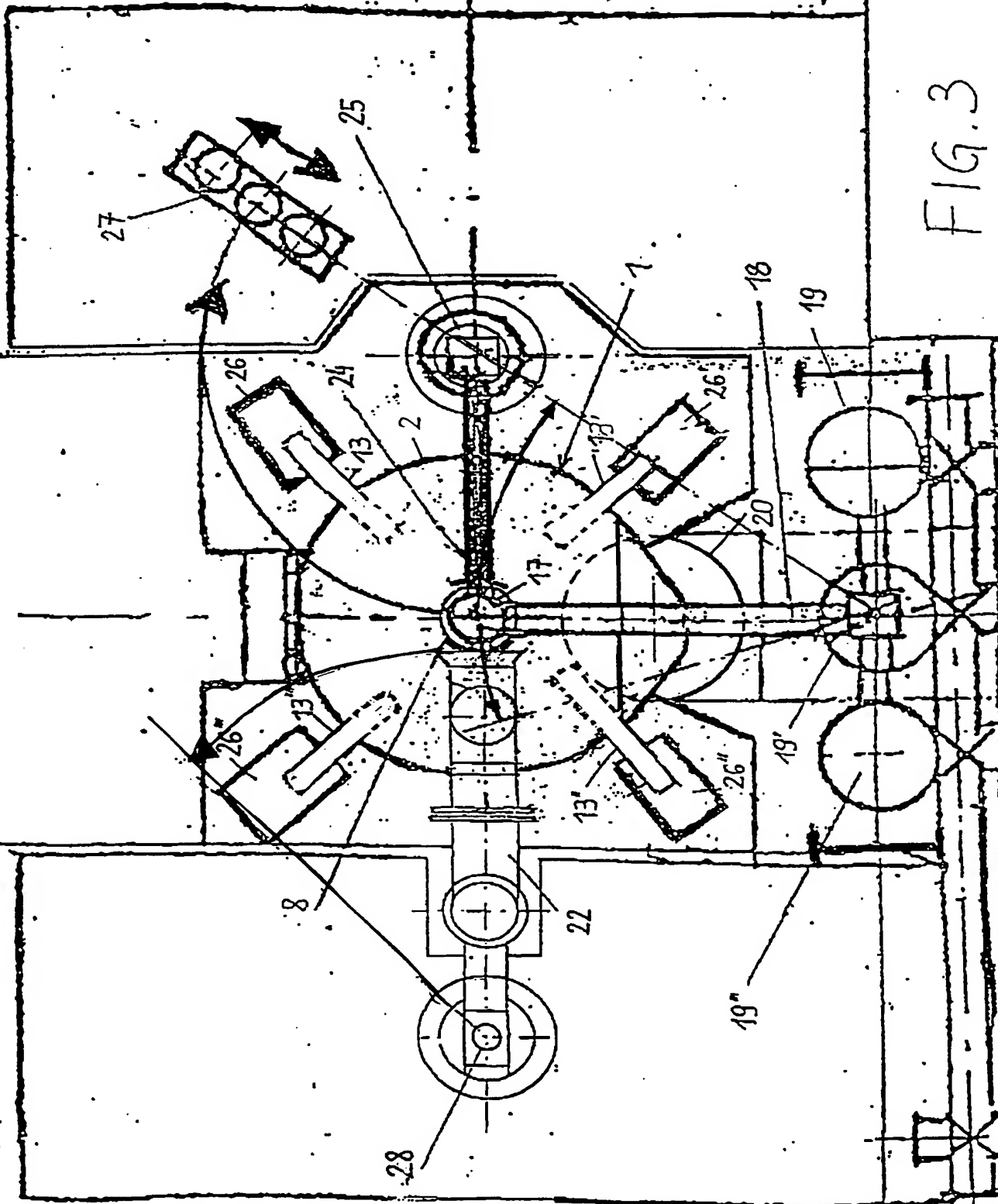
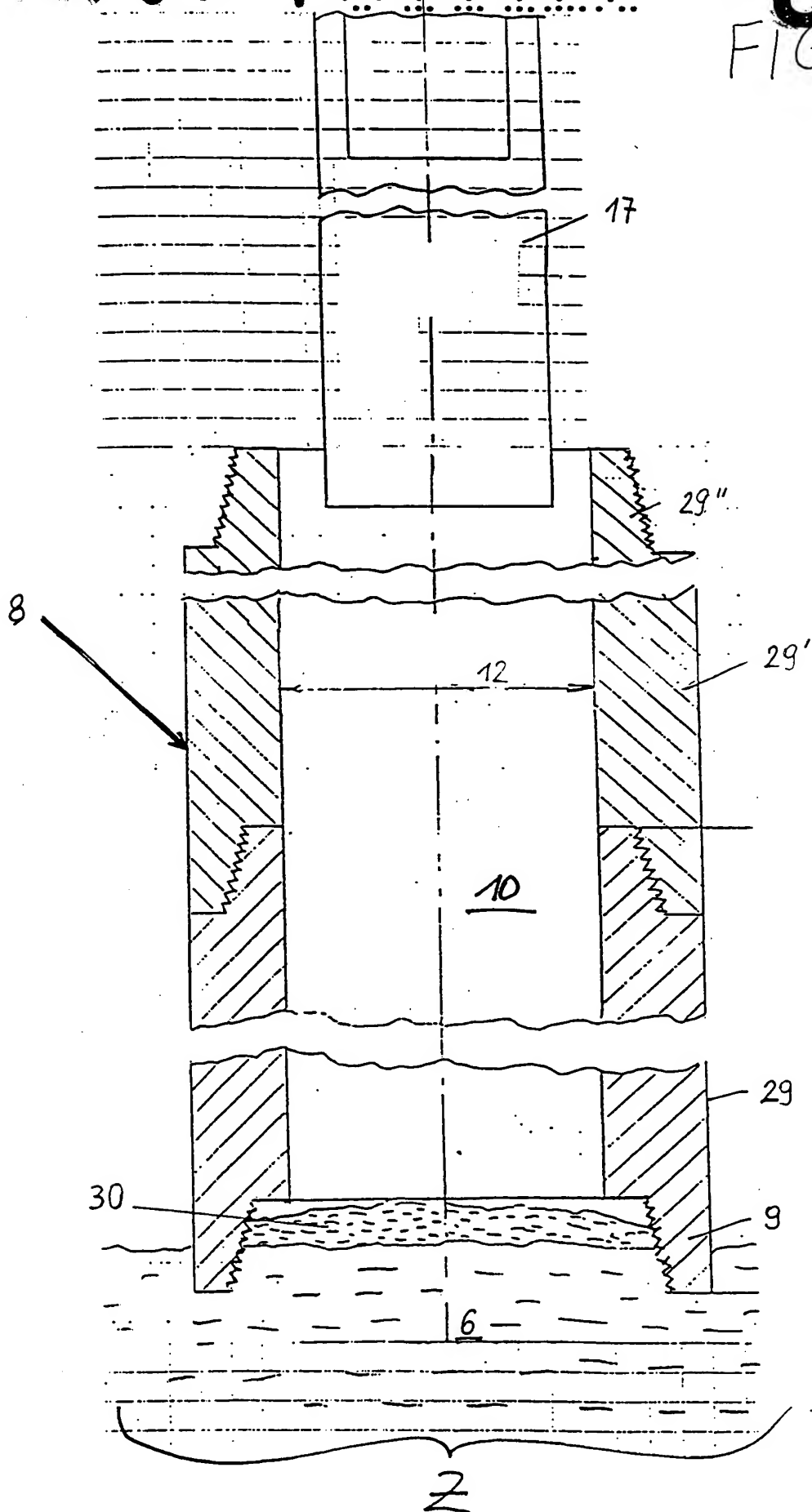
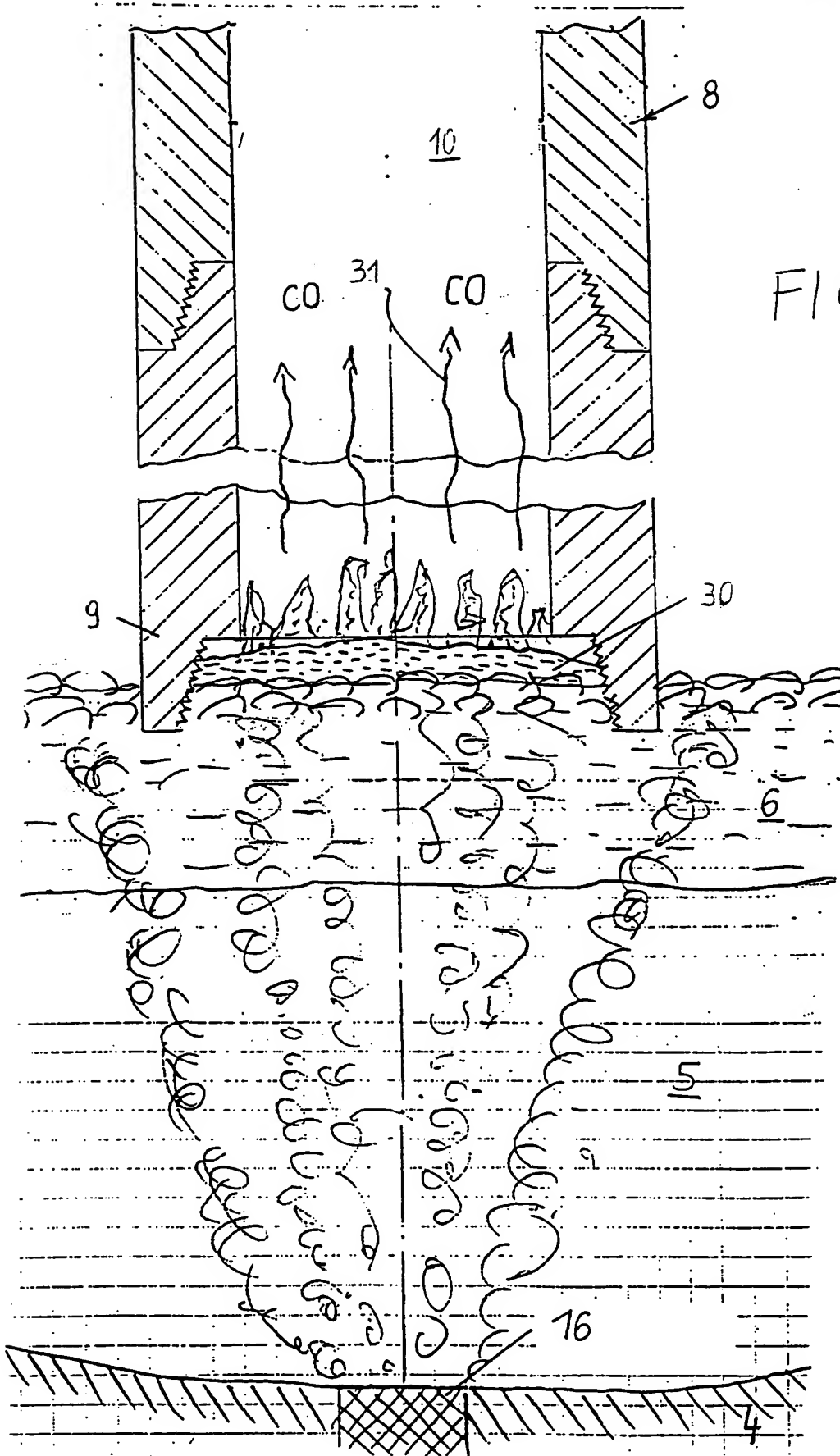


FIG. 3







(

THIS PAGE BLANK (USPTO)

7